

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-185681

(43) 公開日 平成11年(1999) 7月9日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

H 0 1 J 37/073

H 0 1 J 37/073

1/14

1/14

E

1/15

1/15

G

37/06

37/06

Z

審査請求 未請求 請求項の数17 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号

特願平9-355672

(22) 出願日

平成9年(1997)12月24日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 大嶋 卓

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地株
式会社日立製作所中央研究所内

(72) 発明者 西山 英利

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地株
式会社日立製作所中央研究所内

(74) 代理人 弁理士 高橋 明夫 (外1名)

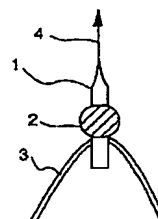
(54) 【発明の名称】 熱拡散補給型電子源、電子線発生方法および電子線応用装置

(57) 【要約】

【課題】 単色性の強い拡散補給型電子源を得る。

【解決手段】 針状電極をタングステンより低融点の材料、或いは共有結合性結晶で形成し、その材料の融点を T_m K (ケルビン) とした場合、針状電極動作時の加熱温度を、それぞれ、 $0.4T_m \sim 0.6T_m$ K あるいは $0.5T_m \sim 0.7T_m$ とすることにより、低温でも安定な低仕事関数拡散材料の補給を可能とする。

図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 先端を針状にした針状電極と、該針状電極を加熱する発熱体と、前記針状電極への吸着体を熱拡散供給する補給源とからなる熱拡散補給型電子源において、前記針状電極はタングステンより低融点の材料からなり、該材料の融点を T_m K (ケルビン) としたとき、前記針状電極動作時の加熱温度が $0.4T_m \sim 0.6T_m$ K であることを特徴とする熱拡散補給型電子源。

【請求項 2】 タングステンの融点より低い融点 T_m を有する材料からなり、先端が針状に形成された針状電極と、該針状電極を加熱する発熱体と、前記針状電極への吸着体を熱拡散供給する補給源と、中央に開孔を有し、前記針状電極の先端に対向配置されたアノード電極とを備え、前記アノード電極には、前記針状電極に対して正となる電圧を印加し、前記針状電極を $0.4T_m \sim 0.6T_m$ K の温度範囲内に加熱することにより前記針状電極から電子線を取り出すことを特徴とする電子線発生方法。

【請求項 3】 タングステンの融点より低い融点 T_m を有する材料からなり、先端が針状に形成された針状電極と、該針状電極を加熱する発熱体と、前記針状電極への吸着体を熱拡散供給する補給源と、中央に開孔を有し、前記針状電極の先端に対向配置されたアノード電極とを備え、前記アノード電極には、前記針状電極に対して正となる電圧を印加し、前記針状電極を $0.4T_m \sim 0.6T_m$ K の温度範囲内に加熱することにより前記針状電極から電子線を取り出し、該電子線を電子レンズにより集束して所定位置に焦点を結ぶ様構成されてなる電子線応用装置。

【請求項 4】 前記針状電極が、Pt, Ta, Fe, Co のうち少なくとも一つの元素を 50at% 以上含有することを特徴とする請求項 1 記載の熱拡散補給型電子源。

【請求項 5】 先端を針状にした針状電極と、該針状電極を加熱する発熱体と、前記針状電極への吸着体を熱拡散供給する補給源とからなる熱拡散補給型電子源において、前記針状電極は共有結合性結晶からなり、該共有結合性結晶の融点を T_m K (ケルビン) としたとき、前記針状電極が $0.5T_m \sim 0.7T_m$ K の温度範囲内で加熱されることを特徴とする熱拡散補給型電子源。

【請求項 6】 前記共有結合性結晶が、Si, Ge のいずれかであることを特徴とする請求項 5 記載の熱拡散補給型電子源。

【請求項 7】 融点 T_m を有する共有結合性結晶からなり、先端が針状に形成された針状電極と、該針状電極を加熱する発熱体と、前記針状電極への吸着体を熱拡散供給する補給源と、中央に開孔を有し、前記針状電極の先端に対向配置されたアノード電極とを備え、前記アノード電極には、前記針状電極に対して正となる電圧を印加し、前記針状電極を $0.5T_m \sim 0.7T_m$ K の温度範

囲内に加熱することにより前記針状電極から電子線を取り出すことを特徴とする電子線発生方法。

【請求項 8】 融点 T_m を有する共有結合性結晶からなり、先端が針状に形成された針状電極と、該針状電極を加熱する発熱体と、前記針状電極への吸着体を熱拡散供給する補給源と、中央に開孔を有し、前記針状電極の先端に対向配置されたアノード電極とを備え、

前記アノード電極には、前記針状電極に対して正となる電圧を印加し、前記針状電極を $0.5T_m \sim 0.7T_m$ K の温度範囲内に加熱することにより前記針状電極から電子線を取り出し、該電子線を電子レンズにより集束して所定位置に焦点を結ぶ様構成されてなる電子線応用装置。

【請求項 9】 前記針状電極の先端は単結晶からなり、電子放出を低指数方位とすることを特徴とする請求項 1, 4 または 5 記載の熱拡散補給型電子源。

【請求項 10】 前記低指数方位が $\langle 100 \rangle$, $\langle 110 \rangle$ もしくは $\langle 111 \rangle$ であることを特徴とする請求項 9 記載の熱拡散補給型電子源。

【請求項 11】 前記補給源が Li, Na, K, Rb, Cs 等のアルカリ金属あるいは Be, Mg, Ca, Sr, Ba 等のアルカリ土類金属のうち少なくとも一つの酸化物を 1 モル% 以上含むことを特徴とする請求項 1, 4, 5 または 9 に記載の熱拡散補給型電子源。

【請求項 12】 前記補給源が Li, Na, K, Rb, Cs 等のアルカリ金属あるいは Be, Mg, Ca, Sr, Ba 等のアルカリ土類金属のうち少なくとも一つの硫化物を 1 モル% 以上含むことを特徴とする請求項 1, 4, 5 または 9 記載の熱拡散補給型電子源。

【請求項 13】 前記補給源が CuO あるいは Sc, Y, La, Gd の酸化物或いは硫化物のうち少なくとも一つを 1 モル% 以上含むことを特徴とする請求項 1, 4, 5 または 9 記載の熱拡散補給型電子源。

【請求項 14】 前記針状電極と、前記発熱体と、前記補給源とを同一基板状に形成したことを特徴とする請求項 1, 4, 5, 9, 11, 12 または 13 記載の熱拡散補給型電子源。

【請求項 15】 基板上に、先端が針状のコーン形状に形成された電子放出体と、前記基板上であって、該電子放出体の近傍に配設され、前記電子放出体へ吸着体を熱拡散供給する補給源と、前記基板上に配設され前記電子放出体を加熱する発熱体とからなり、前記電子放出体が、その融点を T_m (K) とした場合、 $0.5T_m \sim 0.7T_m$ の温度範囲内に加熱される熱拡散補給型電子源。

【請求項 16】 前記基板が、Si 単結晶であることを特徴とする請求項 15 記載の熱拡散補給型電子源。

【請求項 17】 前記針状電極を形成する材料は、キュリ一点が $0.4T_m$ 以上の強磁性体であり、前記加熱温度を該キュリ一点以下としたことを特徴とする請求項 1 記載の熱拡散補給型電子源。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は電子線源に係わり、特に、エネルギーの揃った電子放出をする、即ち単色性が強く、かつ輝度の高い、電子顕微鏡などに好適な電子源、及びこれを用いた電子線装置に関する。

【0002】

【従来の技術】電子顕微鏡などの電子線応用機器において、高輝度で安定な電子線を得る電子源として拡散補給型電子源が用いられている。この拡散補給型電子源においては、例えば、特開平2-27643号公報に記載されているように、先端を針状に尖らせたタングステン(W)単結晶ワイヤを電子放出体とし、この根本に ZrO_2 の様な拡散源となる材料を付着させ、千数百Kに加熱し、W表面に拡散させ、針先端の(100)面に $Zr/O/W$ 構造を形成して低仕事関数化し、ここのみから電子放出させていた。この場合、拡散原子の影響によりW単結晶先端は図2(a)の様に(100)面のみが安定化した構造となっているため、電子放出範囲が狭く、輝度が高いという特徴がある。さらに、この(100)面上に吸着した Zr/O は、ほぼ1分子層程度で安定しており、表面原子がイオン衝撃や蒸発で失われても、拡散により常に一定量となる様に補給される結果、長期間にわたり低ノイズでかつドリフトも少ないという特徴がある。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 ZrO_2 を用いた拡散補給型電子源は、放出される電子線のエネルギー幅が最小でも0.4eV程度あり、W(310)冷陰極電子源に比べて放出する電子のエネルギー幅が広く、電子線装置として用いる場合に色収差が大きくなるという欠点があった。これは、ショットキー電子源では、熱電子放出が支配的となるためである。これを解決するには動作温度を下げる事が有効であり、それに伴い上記拡散源材料は低仕事関数のものを用いる必要がある。たとえば、Zrの代わりにScを用いると動作温度が1800Kから1500K程度に下げることができ、この結果、放出電子のエネルギー幅を0.3eV程度に狭くできる。

【0004】しかし、この場合、動作温度を低温化したために電子放出体へ拡散材料が十分に供給されず、放出電子線量が不安定になるという問題があった。また電子を放出する(100)面も大きくなり、輝度が下がるという問題もあった。

【0005】これらの原因は主として針母材であるWの表面拡散が低温では不活発になる事にある。この事は針先端の形状に顕著に現れてくる。W単結晶の針を、真空中で表面原子が動ける程度の高温に保つと、図2(b)に示されているように、低指数面で構成された多面体状の構造が形成される。この表面に1800KでZrとOを拡散させると図2(a)のように面方位依存性が減り、W表面原子が再移動し球状に近づく。しかし、より低温で拡散するScとOを用い、加熱温度を下げると、表面のW原子の拡散が

少なくなり、図2(b)のような多面体に近い形状に保たれる。この場合、電子放出面からSc, Oが蒸発などで失われても拡散による供給が少ないため、長期にわたる安定な電子放出は得られない。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記問題を解決し、低温で安定に動作する単色性が強く、輝度の高い電子源を得るには、電子放出体として、所望の動作温度でも表面原子の拡散が活発な材料を選べばよい。

10 【0007】金属や半導体などの単結晶は真空中で加熱していくと材料により特定の温度 T_1 から表面原子やステップの運動が活発となる。一方、温度が表面の融点 T_2 を越えると、殆どの表面原子が結晶の格子位置からの束縛を離れて動き回るため、針先端の形状が保てなくなる。これらのことに注目することにより、針状電極の最適動作温度領域($T_1 - T_2$)を、バルクの融点に関連付けて決定することが出来る。

20 【0008】すなわち、針状電極をタングステンより低融点の材料で形成し、この材料の融点を T_m K(ケルビン)とした場合、針状電極動作時の針状電極加熱温度を $0.4T_m \sim 0.6T_m$ Kとする。また、針状電極材料として、Si, Ge等の共有結合性結晶を用いた場合は、針状電極動作の加熱温度を $0.5T_m \sim 0.7T_m$ Kとする。

【0009】本発明の熱拡散補給型電子源、電子線発生方法および電子線応用装置は、以下の構成により上記課題を解決する。

30 【0010】すなわち、本発明の請求項1に記載の第1の発明は、先端を針状にした針状電極と、該針状電極を加熱する発熱体と、前記針状電極への吸着体を熱拡散供給する補給源とからなる熱拡散補給型電子源において、前記針状電極はタングステンより低融点の材料からなり、該材料の融点を T_m K(ケルビン)としたとき、前記針状電極動作時の加熱温度が $0.4T_m \sim 0.6T_m$ Kであることを特徴とする熱拡散補給型電子源である。

【0011】また、本発明の請求項2に記載の第2の発明は、タングステンの融点より低い融点 T_m を有する材料からなり、先端が針状に形成された針状電極と、該針状電極を加熱する発熱体と、前記針状電極への吸着体を熱拡散供給する補給源と、中央に開孔を有し、前記針状電極の先端に対向配置されたアノード電極とを備え、前記アノード電極には、前記針状電極に対して正となる電圧を印加し、前記針状電極を $0.4T_m \sim 0.6T_m$ Kの温度範囲内に加熱することにより前記針状電極から電子線を取り出すことを特徴とする電子線発生方法である。

50 【0012】また、本発明の請求項3に記載の第3の発明は、タングステンの融点より低い融点 T_m を有する材料からなり、先端が針状に形成された針状電極と、該針状電極を加熱する発熱体と、前記針状電極への吸着体を熱拡散供給する補給源と、中央に開孔を有し、前記針状電極の先端に対向配置されたアノード電極とを備え、前記

アノード電極には、前記針状電極に対して正となる電圧を印加し、前記針状電極を0.4Tm~0.6Tm Kの温度範囲内に加熱することにより前記針状電極から電子線を取り出し、該電子線を電子レンズにより集束して所定位置に焦点を結ぶ様構成されてなる電子線応用装置である。

【0013】また、本発明の請求項4に記載の第4の発明は、前記針状電極が、Pt, Ta, Fe, Coのうち少なくとも一つの元素を50at%以上含有することを特徴とする請求項1記載の熱拡散補給型電子源である。

【0014】また、本発明の請求項5に記載の第5の発明は、先端を針状にした針状電極と、該針状電極を加熱する発熱体と、前記針状電極への吸着体を熱拡散供給する補給源とからなる熱拡散補給型電子源において、前記針状電極は共有結合性結晶からなり、該共有結合性結晶の融点をTm K(ケルビン)としたとき、前記針状電極が0.5Tm~0.7Tm Kの温度範囲内で加熱されることを特徴とする熱拡散補給型電子源である。

【0015】また、本発明の請求項6に記載の第6の発明は、前記共有結合性結晶が、Si, Geのいずれかであることを特徴とする請求項5記載の熱拡散補給型電子源である。また、本発明の請求項7に記載の第7の発明は、融点Tmを有する共有結合性結晶からなり、先端が針状に形成された針状電極と、該針状電極を加熱する発熱体と、前記針状電極への吸着体を熱拡散供給する補給源と、中央に開孔を有し、前記針状電極の先端に対向配置されたアノード電極とを備え、前記アノード電極には、前記針状電極に対して正となる電圧を印加し、前記針状電極を0.5Tm~0.7Tm Kの温度範囲内に加熱することにより前記針状電極から電子線を取り出すことを特徴とする電子線発生方法である。

【0016】また、本発明の請求項8に記載の第8の発明は、融点Tmを有する共有結合性結晶からなり、先端が針状に形成された針状電極と、該針状電極を加熱する発熱体と、前記針状電極への吸着体を熱拡散供給する補給源と、中央に開孔を有し、前記針状電極の先端に対向配置されたアノード電極とを備え、前記アノード電極には、前記針状電極に対して正となる電圧を印加し、前記針状電極を0.5Tm~0.7Tm Kの温度範囲内に加熱することにより前記針状電極から電子線を取り出し、該電子線を電子レンズにより集束して所定位置に焦点を結ぶ様構成されてなる電子線応用装置である。

【0017】また、本発明の請求項9に記載の第9の発明は、前記針状電極の先端が単結晶からなり、電子放出を低指数方位とすることを特徴とする請求項1, 4または5記載の熱拡散補給型電子源である。

【0018】また、本発明の請求項10に記載の第10の発明は、前記低指数方位が<100>, <110> もしくは<111>であることを特徴とする請求項9記載の熱拡散補給型電子源である。

【0019】また、本発明の請求項11に記載の第11

の発明は、前記補給源がLi, Na, K, Rb, Cs等のアルカリ金属あるいはBe, Mg, Ca, Sr, Ba等のアルカリ土類金属のうち少なくとも1つの酸化物を1モル%以上含むことを特徴とする請求項1, 4, 5または9に記載の熱拡散補給型電子源である。

【0020】また、本発明の請求項12に記載の第12の発明は、前記補給源がLi, Na, K, Rb, Cs等のアルカリ金属あるいはBe, Mg, Ca, Sr, Ba等のアルカリ土類金属のうち少なくとも1つの硫化物を1モル%以上含むことを特徴とする請求項1, 4, 5または9記載の熱拡散補給型電子源である。

【0021】また、本発明の請求項13に記載の第13の発明は、前記補給源がCuOあるいはSc, Y, La, Gdの酸化物或いは硫化物のうち少なくとも一つを1モル%以上含むことを特徴とする請求項1, 4, 5または9記載の熱拡散補給型電子源である。また、本発明の請求項14に記載の第14の発明は、前記針状電極と、前記発熱体と、前記補給源とを同一基板状に形成したことを特徴とする請求項1, 4, 5, 9, 11, 12または13記載の熱拡散補給型電子源である。

【0022】また、本発明の請求項15に記載の第15の発明は、基板上に、先端が針状のコーン形状に形成された電子放出体と、前記基板上であって、該電子放出体の近傍に配設され、前記電子放出体へ吸着体を熱拡散供給する補給源と、前記基板上に配設され前記電子放出体を加熱する発熱体とからなり、前記電子放出体が、その融点をTm (K)とした場合、0.5Tm~0.7Tmの温度範囲に加熱される熱拡散補給型電子源である。

【0023】また、本発明の請求項16に記載の第16の発明は、前記基板が、Si単結晶であることを特徴とする請求項15記載の熱拡散補給型電子源である。

【0024】また、本発明の請求項17に記載の第17の発明は、前記針状電極を形成する材料は、キュリー点が0.4Tm以上の強磁性体であり、前記加熱温度を該キュリー点以下としたことを特徴とする請求項1記載の熱拡散補給型電子源である。

【0025】

【発明の実施の形態】(実施例1) 本実施例を図1に示す。電子放出体1として、Pt(100)単結晶の棒を電子放出体加熱手段3であるWのヘアピン型フィラメントに溶接し、電解エッチングにて先端を針状に形成し、これを真空中で、1250℃、30分間の加熱を行って先端を曲率半径0.3~0.6μm程度に鈍化したものを形成する。ついで、この電子放出体1に、BaO粉末をコロジオン溶液などの粘着剤に混ぜたものを、塗布、焼結して拡散原子の補給源2を形成する。Ptの仕事関数は5.3eV程度であり、加熱すると温度上昇と共に表面にBa-Oが拡散する。

【0026】ついで、この電子源の評価を行った。高真空容器中で、加熱手段3からの熱電子を抑える目的で、電子放出体1の先端のみが突き出るようにサプレッサ電

極（図示せず）で電子放出体 1 を覆い、この電子放出体 1 の先端に、中央に開孔を有するアノード電極（図示せず）を対向配置し、このアノード電極を接地し、サブレッサ電極には数百 V の負の電圧を印加し、電子放出体 1 には -2kV から -4kV の電圧を印加し、電子放出体加熱手段 3 に通電して電子放出体 1 の温度を徐々に上げていくと、電子放出体 1 の針先端から電子線 4 の放出が得られるが、電子放出体 1 の温度が $818\sim 1227\text{K}$ ($0.4\sim 0.6T_m$) の領域にあるとき、特に安定な電子放出が得られた。このとき、電子放出体 1 の先端部の仕事関数が $1.3\sim 1.7\text{eV}$ 程度に下がり、その結果、電子線 4 のエネルギー幅は、 0.2eV 以下と単色性の強いものが得られた。また、電子放出面も図 2 (a) の様に小さい (100) 面となり、高輝度の電子線源が得られる。この結果、収差を低減できるためより高分解能の電子顕微鏡を製作することができる。

【0027】本実施例では、補給源 2 の拡散材料として BaO を用いたが、 SrO 、 CuO 等を用いても同様の効果がある。また、これら以外の拡散材料でも本条件の温度域で表面拡散し、仕事関数を低下させる材料であれば同様の効果をもたらす。例えば、 Li 、 Na 、 K 、 Rb 、 Cs 等のアルカリ金属あるいは Be 、 Mg 、 Ca 、 Sr 、 Ba 等のアルカリ土類金属のうち少なくとも 1 つの酸化物或いは硫化物を 1 モル % 以上含む材料を用いても同様の効果がある。

【0028】また本実施例では、電子放出体 1 として Pt を用いたが、これ以外に例えば Ta 、 Mo 、 Zr 、 Ni 、 Pd 、 Re 、 Au 等、 W より融点の低い材料でその使用温度を、その材料の融点 T_m [K] の $0.4\sim 0.6$ 倍の温度範囲に設定すれば同様の効果がある。

【0029】また、電子放出体 1 として $\text{Fe}<100>$ を使った場合、融点 T_m は 1808K であり、そのキュリー点は $1043\text{K}=0.58 T_m$ である。従って、本発明による使用温度を、キュリー点以下に設定することができる。すなわち、 Fe の場合には $723\sim 1043\text{K}$ ($0.4T_m\sim 0.58T_m$) の範囲で用いることで強磁性体から安定した電子放出が得られる。この結果、スピンの偏った電子線が得られ、磁性体や局在電子系の観測に有用である。また、電子放出体 1 として Co を用いても、その融点 $T_m=1768\text{K}$ に対し、キュリー点は $1388\text{K}=0.785T_m$ であるから、 $707\sim 1061\text{K}$ ($0.4T_m\sim 0.6T_m$) の範囲で用いると同様の効果が得られる。

【0030】一般に、キュリー点が $0.4T_m$ 以上の強磁性体を用い、使用温度を、 $0.4T_m$ 以上で $0.6T_m$ 以下、かつキュリー点以下に設定することにより同様の効果が得られる。この場合、必ずしも純物質である必要はなく、 Fe 、 Co を 50at% 以上含んだ合金でも或いはそれ以外の物質でもキュリー点が $0.4T_m$ 以上であれば同様の効果がある。

(実施例 2) 次に、上記実施例 1 による電子源を搭載した装置構成の例を図 4 に示す。熱拡散補給型電子源 40 の電子放出体 1 の先端に対向配置されるアノード電極 9 には、引き出し電源 8 により、電子放出体 1 に対して正の電圧が印加されている。さらに電子放出体 1 の先端は、

加速電源 7 により、接地電位に対し負の高い電圧が印加されている。電子放出体 1 を囲んで配置されるサブレッサ電極 41 には、電源 43 により電子放出体 1 に対して負の電圧が印加されている。

【0031】電子放出体 1 は、加熱電源 6 によるフィラメント 3 (図 1 参照) への通電で加熱される。電子放出体 1 より引き出された電子 4 はアノード 9 の中心に設けられた開孔を通過し、走査偏向器 19 により偏向された後、電子レンズ 15 により集束され、対物絞り 14 を通過後、試料 13 上に焦点を結ぶ構成となっている。

【0032】このような構成をとることにより得られた単色性の強い電子線を、電子顕微鏡などに利用することが出来る。

【0033】(実施例 3) 本発明を、基板上に形成された電子源に適用した実施例の断面図を図 3 (a) に、平面図を図 3 (b) に示す。 Si 単結晶基板 34 をエッチングにより加工して高さ 1 から $5\mu\text{m}$ のコーン型の電子放出体 31 が形成されている。エッチング領域を限定するために基板 34 には全面に絶縁膜 35 が施され、電子放出体 31 の部分のみエッチング除去されている。補給源 32 として Cs_2O がマスク蒸着されている。またこの近傍の絶縁膜 35 中には、ポリ Si による発熱体 33 が埋め込まれ、これに絶縁膜 35 中にあけたコンタクト穴を介してポリ Si の加熱用配線電極 36 が接続されている。

【0034】真空中で、電子放出体 31 から 1mm 程度の距離に、電子放出体 31 に対向させて、接地されたアノードを配置し、基板 34 に -2kV を印加し、発熱体 33 に配線 36 を介して電流を加え、電子放出体 31 を 842K から 1178K ($0.5T_m\sim 0.7T_m$) に加熱すると、 Cs 、 O 、および Si 原子が電子放出体 31 表面を拡散し、電子放出体 31 の先端を $0.7\sim 1\text{eV}$ 程度に低仕事関数化するため、放出される電子のエネルギーが $0.1\sim 0.2\text{eV}$ 程度の単色性の強い電子線 4 が得られる。

【0035】ここでは補給源 32 として Cs_2O を用いたが、この他に、 Na_2O 、 K_2O 、 Rb_2O 、 Cs_2O 等のアルカリ金属酸化物或いは MgO 、 CaO 、 SrO 、 BaO 等のアルカリ土類金属酸化物を用いても電子放出体 31 の表面の仕事関数を低減出来るため、同様の効果が得られる。

【0036】また、電子放出体 31 として単結晶 Si を用いたが、 Ge 、あるいは Si と Ge の混合物でも、電子放出体を、 $0.5T_m\sim 0.7T_m$ の加熱温度範囲で用いれば同様の効果が得られる。また、 Si 上にエピタキシャル成長して単結晶となる材料、例えば、 NiSi_2 、 CoSi_2 等を用いても同様の効果が得られる。この場合、金属結合性があるため、加熱温度は $0.4T_m\sim 0.6T_m$ が適当となる。

【0037】また、電子放出体 31 として単結晶のみでなく、ポリ Si や蒸着した Mo 等の多結晶金属でもそれぞれ $0.5T_m\sim 0.7T_m$ 、 $0.4T_m\sim 0.6T_m$ の温度範囲で用いれば同様の効果がある。このような多結晶体は蒸着などの簡便な方法で針状構造が得られるため、低コストで多量に形成

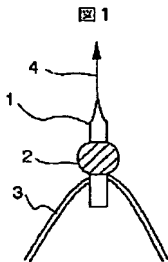
できるという利点がある。この場合、電子放出体31は多結晶体であるので先端の結晶方位は(100)と限らないため電子放出方向がばらつくが、電子放出体31とアノードとの間の空間における電界分布の最適化、あるいは別に偏向あるいは集束電極を設けることにより所望の方向に電子線を導くことは容易である。

【0038】本実施例では、電子顕微鏡などのように電子源が一個の場合について述べたが、基板上に図3の様な電子源を、一次元或いは二次元に多数配列形成して用いることも容易である。電流の安定性が高いこと、輝度が高いこと、単色性が良いこと等の特徴があるため、たとえば、複数の電子放出体をマトリクス状に配置して、電子放出体に対向する電極に蛍光体を置けば、高輝度高精細の平面ディスプレイが形成される。

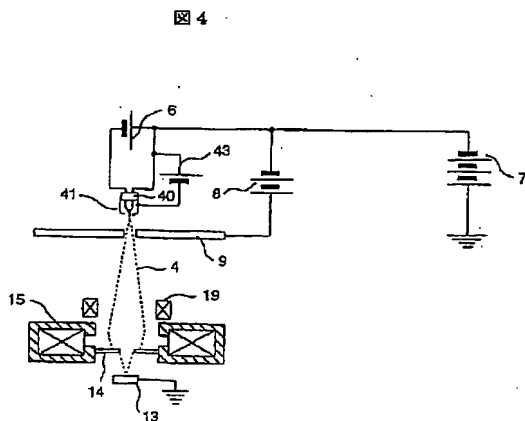
【0039】また、各電子源上にアノード、電子レンズを配置すれば、マルチ電子ビームが容易に得られるので、電子線露光装置、電子顕微鏡等の大面積観察化に有用である。

【0040】

【図1】



【図4】



*【発明の効果】以上実施例を用いて説明して来たように、本発明を用いることによって安定性が良く高輝度で単色性の良い電子線を得ることができる。これを用いて、高分解能の電子顕微鏡や、高性能の電子線応用装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例1の電子線源の側面図。

【図2】従来の電子線源の問題点の説明する電子線源の斜視図。

10 【図3】本発明の実施例3の電子線源の断面及び平面模式図。

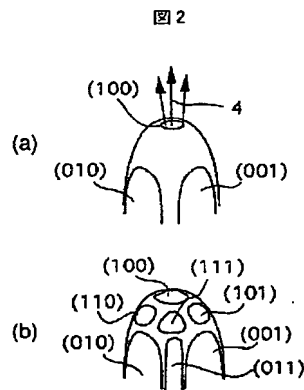
【図4】本発明の実施例2の電子線応用装置の断面模式図。

【符号の説明】

1：電子放出体、2：補給源、3：発熱体、31：Si電子放出体、32：拡散材料補給源、33：ポリSi膜発熱体、34：Si(100)基板、35：絶縁膜、36：加熱用配線電極

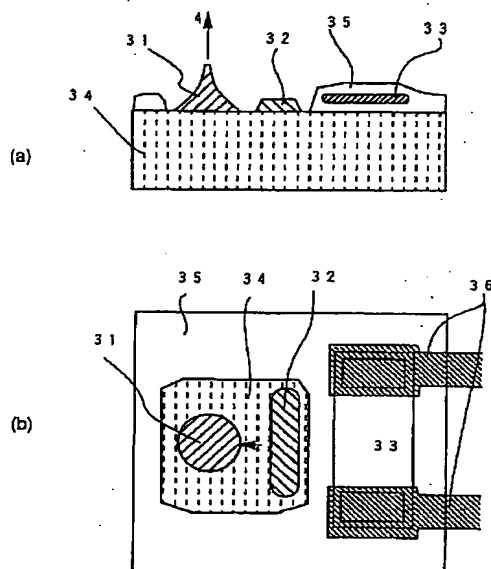
*

【図2】



【図 3】

図 3



THIS PAGE BLANK (USPTO)